

VIRTUAL TRANSFER PATH FORMING METHOD

Publication number: JP2004015838 (A)

Publication date: 2004-01-15

Inventor(s): NAGAMI KENICHI; TANAKA HISAKO; KATSUBE YASUHIRO

Applicant(s): TOSHIBA CORP

Classification:

- International: H04L12/56; H04L12/56; (IPC1-7): H04L12/56

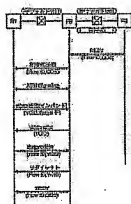
- European:

Application number: JP20030347064 20031006

Priority number(s): JP20030347064 20031006

Abstract of JP 2004015838 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To reserve resources even when the requested resources cannot be reserved only by IP scheduling, and to correctly notify another node of whether or not the resources are reserved by its own node. ; **SOLUTION:** When a resource reservation message is received from the downstream side, virtual transfer paths available for transferring packets while partially or entirely omitting transfer processing of a network layer level are present on the upstream and downstream sides of a node which receives the message and a requested quality-of-service shown in the message for the resource reservation can be fulfilled only after storing corresponding relationships of the virtual transfer paths and transferring the packet according to the relationship, after the presence of both the virtual transfer paths is confirmed, the resource reservation message is transmitted to the upstream side. ; **COPYRIGHT:** (C)2004,JPO



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 のノードから送信されるパケットを、前記第 1 のノードとは異なる論理ネットワークに属する複数の第 2 のノードへ、ルータ装置を介して転送するための仮想的転送路を形成する方法において、

前記第 1 のノードから前記ルータ装置への、及び、前記ルータ装置から前記第 2 のノードへの、ポイント—マルチポイントとなり得る通常コネクションを設定し、

前記ルータ装置は、前記第 1 のノードとの間に設定された前記通常コネクション上に送信されたパケットを、ネットワークレイヤレベルの解析を行って、前記第 2 のノードとの間に設定された前記通常コネクション上に転送し、

前記第 1 のノードから前記ルータ装置への、及び、前記ルータ装置から前記複数の第 2 のノードのうち所定の条件を満たすものへの、ポイント—マルチポイントとなり得る専用コネクションを設定し、

前記ルータ装置は、前記第 1 のノードとの間に設定された前記専用コネクション上に送信されたパケットを、ネットワークレイヤレベルの解析を行わずに、前記第 2 のノードとの間に設定された前記専用コネクション上に転送し、

前記専用コネクションの設定される前記第 1 のノードと前記ルータ装置間、及び、前記専用コネクションの設定される前記ルータ装置と前記第 2 のノード間に、ポイント—ポイントの通常コネクションを設定し、

この通常コネクションを用いて、前記専用コネクションの保持を行うことを特徴とする仮想的転送路形成方法。

【請求項 2】

前記複数の第 2 のノードのうち所定の条件を満たすものは、資源予約のためのメッセージを前記ルータ装置に送信したもののうち少なくとも前記メッセージに示される要求サービス品質を満たすために前記専用コネクションが必要であると判断されるものであり、

前記資源予約のためのメッセージを、前記ポイント—ポイントの通常コネクションを用いて前記第 1 のノード側のノードへ送信するものである請求項 1 記載の仮想的転送路形成方法。

【請求項 3】

前記専用コネクションの設定を、前記第 2 のノード側のノードから、前記ポイント—ポイントの通常コネクションを用いて要求するものである請求項 1 又は 2 記載の仮想的転送路形成方法。

【請求項 4】

前記第 1 のノード側のノードから前記専用コネクションを設定し、この設定を行った旨を前記ポイント—ポイントの通常コネクションを用いて前記第 2 のノード側のノードへ通知するものである請求項 1 又は 2 記載の仮想的転送路形成方法。

【請求項 5】

前記専用コネクションが前記第 1 のノードとの間に未だ設定されていない新たなノード、もしくは、前記専用コネクションが前記ルータ装置との間に未だ設定されていない前記第 2 のノードにつき、専用コネクションを設定する動作を、既に設定されている専用コネクションに新たなリンクを付加することにより行うものである請求項 1 乃至 4 記載の仮想的転送路形成方法。

【請求項 6】

第 1 のノードから送信されるパケットを、前記第 1 のノードとは異なる論理ネットワークに属する複数の第 2 のノードへ、ルータ装置を介して転送するための仮想的転送路を形成する方法において、

前記ルータ装置から前記複数の第 2 のノードへの、ポイント—マルチポイントとなり得る専用コネクションを設定し、

前記ルータ装置と前記第 2 のノードそれぞれとの間に、ポイント—ポイントの通常コネクションを設定し、

10

20

30

40

50

前記専用コネクションを表す前記論理ネットワーク内ユニークな識別情報を、前記ルータ装置から前記専用コネクションを用いて送信し、

前記第2のノードから前記通常コネクションを用いて、前記識別情報を確認するメッセージを送信することと特徴とする仮想的転送路形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、仮想コネクションネットワーク同士を接続することのできるルータ装置を介しマルチキャストのパケット転送を行うための仮想的転送路を形成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ルータ装置は、LAN (Local Area Network) 間を接続する際に用いられるもので、一方のLAN から他方のLAN にパケットを転送する役割を果たす。パケットには、転送すべき通信情報データに加えて、その送信元および最終宛先のネットワーク層アドレスが記載されており、ルータ装置では、そのアドレス情報を用いて、パケットの出力インタフェースおよび次の転送ノードを決定している。

【0003】

このルータ装置は、1つの発信元から1つの最終宛先にパケットを転送するユニキャスト通信のみでなく、1つの発信元から多数の最終宛先にパケットを送信するマルチキャスト通信も行うことができる。

【0004】

さて、近年、音声や画像をパケットを用いて転送する試みが行われている。現状では、音声画像のデータと他のデータがルータで同様に送られるため、音声とデータとが混ざり合ったり、映像が乱れたりしている。そこで、ルータで資源予約を行うことで、音声画像の転送を優先的に行うことで聞きやすい音声と見易い画像になる。ここでは、音声画像を例に取ったが、優先的に流したいデータの場合は、資源予約することにより、メリットがある。

【0005】

このようにルータ装置で資源予約をするためには、ルータ装置間で資源予約の情報をやり取りする必要があり、そのプロトコルとして、RSVP (Resource Reservation Protocol) が開発されている。このプロトコルは、ユニキャストとマルチキャストの両方に対応している。

【0006】

RSVPでは、データを受信している下流側のノードから情報の発信元である上流ノードへ資源予約を行う。具体的には、情報の発信元からデータの宛先と同じ宛先に向かってPATHメッセージを送出し、情報がどの経路を通過しているかを経路上のルータに記憶させる。PATHメッセージには、資源予約すべきデータを特定する識別子と、PATHメッセージを送出するノードのIPアドレスが書かれている。データの受信ノードは、PATHメッセージを受信すると、PATHメッセージを送信した上流ノードにRESVメッセージを送出することで、資源予約の意思を表示する。RESVメッセージには、資源予約すべきデータを特定する識別子と、受信ノードが要求するQOS (サービス品質) が書かれている。

【0007】

このRESVメッセージを受信したルータは、資源予約するだけの能力がネットワークレイヤ (IP) 処理部にある場合は、ネットワークレイヤのスケジューリングを行って、RESVを上流に転送する。資源予約が出来ない場合は、RESVエントリを下流のノードに送信する。これを繰り返すことにより、上流ノードまで資源予約が出来る。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

10

20

30

40

50

本発明の一つは、ネットワークレイヤ処理部の能力が比較的低いルータが、ネットワークレイヤのスケジューリングのみによつては、資源予約のためのメッセージに示される要求サービス品質を満たすことができない場合にも、要求された資源の予約を可能とし、かつ、自ノードで資源予約が行えたか否かを正しく他のノードに伝える機構を提供することを目的とする。

【0009】

本発明は、また、ルータがネットワークレイヤより下位のレイヤでの仮想コネクションのスイッチング機能を利用してマルチキャスト通信を行う際に、この通信のためのコネクション及びルータ内の設定を効率よく行う手法を提供することを目的とする。

【0010】

本発明は、また、ルータ間にスイッチの存在するシステムでマルチキャスト通信を行う際に、この通信のためのコネクションを両端のルータで一意に識別し、必要なコネクション及びルータ内の設定を効率よく行う手法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第一の発明は、仮想コネクション型ネットワークとの物理インタフェースを有し、少なくとも2つの論理ネットワークを接続するルータ装置において、一方の前記論理ネットワークからの受信に使用される仮想的転送路と他方の前記論理ネットワークへの送信に使用される仮想的転送路との対応関係を記憶する記憶手段と、この記憶された対応関係を従って、パケットの転送を行う転送手段と、資源予約のためのメッセージを受信者側の論理ネットワークから受信する受信手段と、この受信した資源予約のためのメッセージに基づき、前記受信者側の論理ネットワークへの前記転送手段を介することが可能なパケット送信用の仮想的転送路の存在、及び、送信者側の論理ネットワークからの前記転送手段を介することが可能なパケット受信用の仮想的転送路の存在の有無に応じて、資源予約のためのメッセージを前記送信者側の論理ネットワークへ送信する送信手段とを具備したことを特徴とする。

【0012】

本発明の第二の発明は、仮想コネクション型ネットワークとの物理インタフェースを有し、少なくとも2つの論理ネットワークを接続するルータ装置において、一方の前記論理ネットワークからの受信に使用される仮想的転送路と他方の前記論理ネットワークへの送信に使用される仮想的転送路との対応関係を記憶する記憶手段と、この記憶された対応関係を従って、パケットの転送を行う転送手段と、資源予約のためのメッセージを受信者側の論理ネットワークから受信する受信手段と、この受信した資源予約のためのメッセージに基づき、資源予約のためのメッセージを送信者側の論理ネットワークへ送信する送信手段と、前記受信者側の論理ネットワークへの前記転送手段を介することが可能なパケット送信用の仮想的転送路の存在、及び、前記送信者側の論理ネットワークからの前記転送手段を介することが可能なパケット受信用の仮想的転送路の存在の有無に応じて、前記送信手段により送信した資源予約のためのメッセージの取り消しを通知する通知手段とを具備したことを特徴とする。

【0013】

本発明の第三の発明は、例えば第一の発明に係るルータ装置を用いて実現されるものであり、第1のノードから送信されるパケットを、前記第1のノードとは異なる論理ネットワークに属する第2のノードへ転送するパケット転送方法において、資源予約のためのメッセージを前記第2のノードから受信し、前記第1のノードから前記第2のノードへネットワークレイヤレベルの転送処理の一部又は全部を行わずにパケット転送を行うことを可能とするように設定された、前記第1のノードからのパケットを受信可能な仮想的転送路と、前記第2のノードへのパケットを送信可能な仮想的転送路とが存在する（ことを確認した）場合に、これら仮想的転送路の対応関係を記憶すると共に、資源予約のためのメッセージを前記第1のノードへ送信し、パケットを受信した場合に、この受信に用いられた仮想的転送路についての前記対応関係を記憶されているならば、この対応関係に従って前

10

20

30

40

50

記パケットを転送することと特徴とする。

【0014】

本発明の第四の発明は、例えば第二の発明に係るルータ装置を用いて実現されるものであり、第1のノードから送信されたパケットを、前記第1のノードとは異なる論理ネットワークに属する第2のノードへ転送するパケット転送方法において、資源予約のためのメッセージを前記第2のノードから受信し、この受信を受けて、資源予約のためのメッセージを前記第1のノードへ送信し、前記第1のノードから前記第2のノードへネットワークレイヤレベルの転送処理の一部又は全部を行わずにパケット転送を行うことを可能とするように設定された、前記第1のノードからのパケットを受信可能な仮想的転送路と、前記第2のノードへのパケットを送信可能な仮想的転送路との少なくとも一方が存在しない（10
ことを確認した）場合に、送信した前記資源予約のためのメッセージの取り消しを前記第1のノードに通知し、前記両仮想的転送路が存在する場合に、これら仮想的転送路の対応関係を記憶し、パケットを受信した場合に、この受信に用いられた仮想的転送路についての前記対応関係が記憶されているならば、この対応関係に従って前記パケットを転送することと特徴とする。

【0015】

ここで、記憶された対応関係に従ってパケットを転送することは、ネットワークレイヤレベルの転送処理の一部又は全部を省略してパケットを転送することを意味する。少なくとも省略される処理は、パケットの宛先アドレスから、次に転送すべき先のノードを決定し、この決定されたノードへのパケット送信に用いる仮想的転送路を特定する処理（ネットワークレイヤレベルの解釈）である。また、ネットワークレイヤレベルの転送処理の一部又は全部を行わずにパケット転送を行うことを可能とするように設定された仮想的転送路は、異なる論理ネットワークに属するノード間でネットワークレイヤレベルの転送処理を行ってパケットを転送するように既に設定されている仮想的転送路とは別の仮想的転送路であることが望ましい。

【0016】

このように、上記第一乃至第四の発明では、ルータ装置がネットワークレイヤより下位のレイヤでの仮想的転送路のスイッチング機能を一部利用して（これら仮想的転送路の対応関係を記憶してこの対応関係に従って）パケット転送を行うことにより、従来のルータ装置よりも多くの場合に資源の予約を行うことができる。

【0017】

さらに、上記第一又は第三の発明によれば、下流から資源予約のためのメッセージ（例えばRSVPのRESVメッセージ）を受けるとき、これを受けたノード（ルータ装置）の上流及び下流に、ネットワークレイヤレベルの転送処理の一部又は全部を省略してパケットを転送するように使用することのできる仮想的転送路（例えば専用VC）が存在し、これらの仮想的転送路の対応関係を記憶してこれに従ってパケット転送を行う（例えば直結することにより）はじめて資源予約のためのメッセージに示される要求サービス品質を満たすことができる場合に、両仮想的転送路の存在を確認してから上流へ資源予約のためのメッセージを送信するため、これを受けた上流のノードは、次ノードから下流については確実に資源予約が行えたと解釈して動作することができる。

【0018】

さらに、上述の場合に、少なくともいずれかの仮想的転送路の不存在を確認したならば、下流に資源予約に失敗した旨のメッセージ（例えばRESETO）を送信することにより、これを受けた下流のノードは、自ノードの要求した資源予約が拒否されたことを知って動作することができる。

【0019】

この発明を、例えば、資源予約のためのメッセージを受信したノードが、自ノードの上流に専用VCを設定するよう要求する場合に適用すると、専用VCを直結することによりはじめて受信側から要求された資源予約が行える場合には、まず、自ノードの下流に専用

VCが存在しないならば、上流へ資源予約のためのメッセージを送信することはせず（下流に資源予約の失敗を伝え）、自ノードの下流に専用VCが存在するならば、要求して上流に専用VCが設定されてから、上流へ資源予約のためのメッセージを送信することになる。

【0020】

なお、自ノードの下流に専用VCが存在しないという場合を減らすため、専用VCを直結せずに要求された資源予約が行える場合でも、上流に専用VCを設定するよう要求しても良い。そして、両側に専用VCが存在するならば、ネットワークレイヤの資源を他の用途に利用できるように、専用VCを直結せずに要求された資源予約が行える場合でも、直結しても良い。

10

【0021】

一方、上記第二又は第四の発明によれば、下流から資源予約のためのメッセージを受けるとき、これを受けしノード（ルータ装置）の上流及び下流の仮想的転送路（例えば専用VC）の対応関係を記憶してこれに従ってパケット転送を行う（例えば直結すること）をしなければ資源予約のためのメッセージに示される要求サービス品質を満たすことができない場合であっても、上流に資源予約のためのメッセージを送信しておき、少なくともいづれかの仮想的転送路の不存在を確認したならば、これの取り消しを通知する（例えばRESV TELLを送る）ため、上流のノードは、次ノードから下流について資源予約が行えたか否かを確実に知って動作することができ。

【0022】

さらに、上述の場合に、少なくともいづれかの仮想的転送路の不存在を確認したならば、下流に資源予約に失敗した旨のメッセージ（例えばRESV ERROR）を送信することにより、これを受けし下流のノードは、自ノードの要求した資源予約が拒否されたことを知って動作することができ。

20

【0023】

この発明を、例えば、資源予約のためのメッセージを受信したノードが、自ノードの下流に専用VCを設定する場合に適用すると、専用VCを直結することによりはじめて受信側から要求された資源予約が行える場合には、まず、自ノードの下流に専用VCを設定し、上流のノードが自ノードの送信した資源予約のためのメッセージをきっかけとして専用VCを設定するのを待つ。そして、上流に専用VCが設定されなければ、上流へ資源予約を取り消すメッセージを送信し（下流に資源予約の失敗を伝え）ることになる。

30

【0024】

ここで、上流に資源予約のためのメッセージを送信するタイミングは、下流に専用VCを設定する前でも後でも良いが、前とする場合は、下流に専用VCが設定できなかったとしても、上流へ資源予約を取り消すメッセージを送信する。

【0025】

なお、自ノードの上流に専用VCが設定されないという場合を減らすため、専用VCを直結せずに要求された資源予約が行える場合でも、下流に専用VCを設定するようにしても良い。そして、両側に専用VCが存在するならば、ネットワークレイヤの資源を他の用途に利用できるように、専用VCを直結せずに要求された資源予約が行える場合でも、直結しても良い。

40

【0026】

本発明の第五の発明は、第1のノードから送信されるパケットを、前記第1のノードとは異なる論理ネットワークに属する複数の第2のノードへ、ルータ装置を介して転送するための仮想的転送路を形成する方法において、前記第1のノードから前記ルータ装置への、及び、前記ルータ装置から前記第2のノードへの、ポイント・マルチポイントとなり得る通常コネクション（例えばデフォルトVC）を設定し、前記ルータ装置は、前記第1のノードとの間に設定された前記通常コネクション上に送信されたパケットを、ネットワークレイヤレベルの解析を行って、前記第2のノードとの間に設定された前記通常コネクション上に転送し、前記第1のノードから前記ルータ装置への、及び、前記ルータ装置から

50

前記複数の第2のノードのうち所定の条件を満たすものの、ポイントーマルチポイントとなり得る専用コネクション（例えば専用VC）を設定し、前記ルータ装置は、前記第1のノードとの間に設定された前記専用コネクション上に送信されたパケットを、ネットワークレイヤレベルの解析を行わずに、前記第2のノードとの間に設定された前記専用コネクション上に転送し、前記専用コネクションの設定される前記第1のノードと前記ルータ装置間、及び、前記専用コネクションの設定される前記ルータ装置と前記第2のノード間、ポイントーポイントの通常コネクションを設定し、この通常コネクションを用いて、前記専用コネクションの保持を行うことを特徴とする。

【0027】

ここで、ネットワークレイヤレベルの解析を行わないということは、ネットワークレイヤレベルの転送処理の一部又は全部を省略してパケットを転送することを意味する。少なくとも省略される処理は、パケットの宛先アドレスから、次に転送すべき先のノードを決定し、この決定されたノードへのパケット送信に用いる仮想的転送路を特定する処理であり、これに代わってネットワークレイヤより下位のレイヤで記憶された対応関係に従ってパケットが転送される。

【0028】

この発明によれば、マルチキャスト用の通常の品質で転送が行われる通常コネクションと、マルチキャスト用の高品質で転送が行われる専用コネクションと、ポイントーポイントの通常コネクションが設定され、専用コネクションの保持がポイントーポイントの通常コネクションを用いて行われる（例えば、保持のためのメッセージが下流ノードから定期的に送られる）ため、マルチキャスト通信において、ルータ装置がネットワークレイヤより下位のレイヤでの仮想的転送路のスイッチング機能を一部利用してパケット転送を行うことを、効率よく実現することが出来る。

【0029】

例えば、専用コネクションを設定するきっかけとして、資源予約のためのメッセージを下流から受信したときや、データパケットを上流から受信したときが想定されるが、前者の場合は、資源予約のためのメッセージ受信に、ポイントーポイントの通常コネクションを用いれば良く、後者の場合は、データパケットの受信に、マルチキャスト用の通常コネクションを用いれば良い。

【0030】

また、例えば、専用コネクションの設定を、自ノードの上流に要求して設定する場合や、自ノードの下流に設定する場合が想定されるが、前者の場合は、設定を要求するメッセージの送信に、後者の場合は、設定したことを通知するメッセージの送信に、ポイントーポイントの通常コネクションを用いれば良い。

【0031】

なお、専用コネクションはマルチキャスト用であるから、同じマルチキャストグループに対応するノードへの専用コネクションの設定は、既に存在する専用コネクションにリープを追加することにより行われる。そして、ポイントーポイントの通常コネクションを用いて保持されるのは、専用コネクションの対応するリープであることになる。

【0032】

本発明の第六の発明は、第1のノードから送信されるパケットを、前記第1のノードとは異なる論理ネットワークに属する複数の第2のノードへ、ルータ装置を介して転送するための仮想的転送路を形成する方法において、前記ルータ装置から前記複数の第2のノードへの、ポイントーマルチポイントとなり得る専用コネクションを設定し、前記ルータ装置と前記第2のノードそれぞれとの間に、ポイントーポイントの通常コネクションを設定し、前記専用コネクションを表す前記論理ネットワーク内でユニークな識別情報を、前記ルータ装置から前記専用コネクションを用いて送信し、前記第2のノードから前記通常コネクションを用いて、前記識別情報を確認するメッセージを送信することを特徴とする。

【0033】

この発明によれば、マルチキャスト用の専用コネクションと、ポイントーポイントの通

10

20

30

40

50

常コネクションが設定され、専用コネクションを両端のノードで一意に識別するための情報、上流ノードから専用コネクションで提案され、下流ノードから通常コネクションで確認されるため、マルチキャストグループに受信者が参加してくる毎に、対応する各ノードにおいて、専用コネクションを一意に識別すること、効率よく実現することができる。

【発明の効果】

【0034】

本発明の第一乃至第四の発明によれば、ネットワークレイヤのスケジューリングのみによっては、資源予約のためのメッセージに添えられる要求サービス品質を満たすことができない場合にも、ネットワークレイヤより下位のレイヤでの仮想コネクションのスイッチング機能の利用により要求された資源の予約を可能とし、かつ、自ノードで資源予約が行えたと否かを正しく他のノードに伝えることができる。

10

【0035】

また、本発明の第五の発明によれば、ルータがネットワークレイヤより下位のレイヤでの仮想コネクションのスイッチング機能を利用しつつマルチキャスト通信を行う際に、この通信のためのコネクション及びルータ内の設定を効率よく行うことができる。

【0036】

また、本発明の第六の発明によれば、ルータ内にスイッチの存在するシステムでマルチキャスト通信を行う際に、この通信のためのコネクションを両端のルータで一意に識別し、必要なコネクション及びルータ内の設定を効率よく行うことができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

(実施形態1)

本実施形態では、CSR (Cell Switch Router) の技術を用いて、ATM (Asynchronous Transfer Mode) 上で資源予約プロトコルであるRSVP (Resource Reservation Protocol) を実現するための方法を述べる。

【0038】

RSVPは、送信元アドレス/ポートと宛先アドレス/ポートの組(宛先アドレス/ポートだけでもよい)等で識別するフローに属するパケット転送のQOS (サービス品質) をルータで保証するものである。このフローを識別する識別子をここでは、Flow ID と呼ぶことにする。このQOS 保証は、ルータ内部でパケット転送のスケジューリングを行うことにより、資源を予約しているパケットについては、早めに転送を行うようにすることにより、実現される。

30

【0039】

CSR は、通常のルータと同じIPパケット単位で転送する動作を行う他に、ルータ内部にATM スイッチ機能を持つことにより、より高速なATM セル単位の転送を行うことができるルータである。

【0040】

図1 を使って、CSR の簡単な動作を説明する。X. 1 からCSR を通じてY. 1 にパケットを転送する場合を考える。通常と同じIPパケット転送の動作を行うためには、X. 1 からCSR に色んな宛先のパケットを転送するために設定されているATM コネクションでパケットを送信する。ここでは、このATM コネクションをデフォルトVC (Virtual Connection) と呼ぶ。CSR では、IPパケットの宛先を見て次に配送するノードを決定する。ここでは、次のノードは、Y. 1 になるので、デフォルトVCにパケットを送出することによりY. 1 へパケットが転送される。

40

【0041】

次に、ATM セル転送の動作を説明する。Y. 1 へのパケット転送専用のX. 1 からCSR へのATM コネクションとCSR からY. 1 へのATM コネクション

50

ンとが設定されているとする。ここでは、このATM コネクションを専用VCと呼ぶ。さらに、これら2つの専用VCをCSR内のATM スイッチ機能でATM セル単位で転送できるように設定しておく。すなわち、X.1 からCSRへの専用VCのCSRの受信ポートでのVPI/VCIと、CSRからY.1への専用VCのCSRの送信ポートでのVPI/VCIとの対応関係を、ATM レベルのルーティングテーブルとして記憶しておく。このような設定を行うことで、二つの論理ネットワーク(IP Subnet)に属する専用VCを直結するパイパスパイプが形成されたことになる。

【0042】

X.1 からY.1へのパケット転送を行うには、X.1 からY.1用の専用VCにパケットを送信することにより、X.1 からCSRに送られ、CSRでATM レベルのルーティングテーブルを参照することによりATMセルのままCSRからY.1への専用VCに転送されて、その専用VCでY.1へ送られる。

【0043】

なお、ここでは、専用VCにて送信されるパケットをATMセル単位で転送することを、専用VCの直結として説明したが、専用VCにて送信されるパケットをAAL(ATM Adaptation Layer) フレーム単位で転送すること、専用VCの直結としても良い。この場合も、上記のATMレベルのルーティングテーブルを参照することにより、AALフレーム転送が行える。以上の場合はいずれも、ネットワークレイヤ(例えばIP)レベルの解析処理を行わずに、パケットが転送されることになる。

【0044】

また、専用VCにて送信されるパケットに対し、パケットの最終宛先アドレスから出力先とすべきVCを決定するネットワークレイヤレベルのルーティングテーブル参照処理は行わず、その他のネットワークレイヤレベルの処理(IPの場合はTTL(Time To Live))を減らす処理やチェックサム計算等)は行って、次段ノードへの専用VCに転送すること、上記専用VCの直結としても良い。この場合も、上記のATMレベルのルーティングテーブルを参照することにより、出力先とすべきVCが決定でき、パケット転送が行える。この場合は、ネットワークレイヤレベルの処理を一部だけ行って、パケットが転送されることになる。

【0045】

本発明は、CSRの動作が以上に説明したいずれのものであっても、適用可能である。

【0046】

さて、R8VPPで資源予約を行う場合は、ルータ内でIP転送のスケジューリングを行う必要があるが、ルータにCSRを用いると、パケット転送をATMセル単位でATM スイッチ機能で転送できるので、パケット転送のスケジューリングをATM スイッチ機能で行うことができる。すなわち、資源を予約しているパケットについては、ATM スイッチ機能(ATMセル転送、AALフレーム転送、IP処理の一部を省略したパケット転送のいずれでも良い)を用いることにより高速に転送を行うことができる。以下では、R8VPPを用いた時の専用VCの設定手順を述べる。

【0047】

(具体例1)

本例では、ATM コネクションがSVC(Switched Virtual Connection)であり、ユニキャストを想定した場合について説明する。

【0048】

図2の様なネットワークポロジを例にとり専用VCの設定の手順を述べる。H1、H2はホストを示し、R1、R2、R3はルータを示している。これらの全てのノード間にはデフォルトVCがあらかじめ設定されていると仮定する。

【0049】

以下の手順では、R1、R2、R3を取り出して、その間で行われる手順を説明する。

H1とR1間やR3とH2間のようなホストとルータ間（ホストもルータもいずれもノードである）の手順も、仮想コネクション型ネットワークを接続されているならば、ルータ同士の手順と同じなので、ここでは、省略する。

【0050】

（具体例1-1）

本例では、あるフローに属するパケットをどの専用VCで送信するかを通知するメッセージをアウトバンドで流す場合について説明する。

【0051】

図3のようにルータ1、2、3（R1、R2、R3）が存在している場合に、ルータ2での資源予約の方法を述べる。初期状態として、ルータ1からルータ2へ、ルータ2からルータ3へのデフォルトVCとルータ2からルータ3への専用VCが設定されている状況を考える。以下では、メッセージ交換の様子を示す（図3）と、下流側のルータ（図3ではR2）内部の動作（図4、図5）と、上流側のルータ（図3ではR1）内部の動作（図6）を用いて説明する。

【0052】

はじめに、図3のようにルータ3からRSVPの予約（RESV）メッセージがルータ2に到着したとする。RESVメッセージには、どのパケットに対して予約すべきを示すためのFLOW IDと予約したいQOSが書かれている。FLOW IDには、発信元IPアドレス/ポート、宛先IPアドレス/ポートの組、あるいは、IPv6のFLOW IDが書かれている。QOSには、帯域の情報や遅延の情報が書かれている。

【0053】

RESVメッセージを受信したルータ2は、図4及び図5のフローチャートに従い、RSVPメッセージ中のFLOW ID用の下流側の専用VCがあるかチェックする（S1）。この例では、専用VCが存在するので専用VC依頼メッセージを上流側のノード（R1）に送出する（S2）。このメッセージには、RESVメッセージの内容と同じFLOW IDとQOSの情報を持つ。もしくは、RESVのQOSからATMレベルの品質を求めてこれをQOSの情報として専用VC依頼メッセージに書き込んでも良い。

【0054】

もし、下流側に専用VCが無い場合は、IP処理部で要求された資源を確保できるか判断し（S3）、資源予約できる場合には、IP転送のスケジューリングを行うことにより資源予約して上流にRESVメッセージを送出する（S5）と共に、専用VC依頼メッセージを上流に送出し（S2）、資源予約できない場合には、RESV ERRORを下流ノードに送出する（S4）。

【0055】

なお、自ルータでは下流に専用VCがなくても資源予約できる場合であっても、専用VC依頼メッセージを上流に送出するのは、自ルータより上流のノード群の中に、専用VCの直結を行わないと要求された資源が確保できないノードが存在する可能性があることに対処するためである。特に、宛先ノード（ホストH2）、もしくは、宛先ノードが非仮想コネクション型ネットワークに接続されている場合の、非仮想コネクション型ネットワークと仮想コネクション型ネットワークとの境界に位置するルータは、専用VCの直結は行わないが、専用VC依頼メッセージは上流に送出するようにする。

【0056】

専用VC依頼メッセージを受信したルータ1は、図6のフローチャートに従い、ATMシグナリングを用いて、専用VC依頼メッセージを送信したノード（ルータ2）への、要求QOSを満たせるATMコネクション（専用VC）を設定する（S21）。

【0057】

ATMコネクションの設定が終わるとこのコネクションを両端で一意に識別できるよ

10

20

30

40

50

に V C I D という識別子を付ける。これは、ルータ 1 及び 2 の属する論理ネットワーク内でユニークな識別子である。この V C I D の付け方は、例えば、グローバルユニークなホストの I D とそのホストで発行した V C I D のシーケンス番号を付けることで、一意な V C I D を付けることができる。このように作った V C I D を、V C I D 提案メッセージを新しくつくった A T M コネクション（専用 V C）に流すことで、下流ノードに運ぶ（822）。

【0058】

このメッセージには、送信者側（ルータ 1）が提案する V C I D と、ターゲット I P アドレス（ルータ 2 の I P アドレス）とが入っている。ターゲット I P アドレスは、後述するように専用 V C をポイント-マルチポイント化することに対応するために、書き込まれる。

【0059】

この V C I D 提案メッセージを受信したノード（ルータ 2）は、このメッセージに含まれるターゲット I P アドレスが自ノードの I P アドレスであるかどうかを調べ（811）、そうである場合は、この V C I D を許容するならば、V C I D A C K をデフォルト V C で上流ノード（ルータ 1）に送信する（812）。V C I D A C K は、少なくとも送信者側が提案した自ノードが許容した V C I D が入っている。この手続きにより、V C I D の交換が終了する。

【0060】

V C I D 交換が終了し、専用 V C が使用可能であることを下流側のノード（ルータ 2）に知らせるために、ルータ 1 からルータ 2 へ専用 V C 通知メッセージを送信する（823）。このメッセージは、デフォルト V C（すなわちパケット送信に用いられる専用 V C とは異なる V C）にて、送信する。このメッセージには、F l o w I D と V C I D が含まれる。

【0061】

この専用 V C 通知メッセージを受信したノード（ルータ 2）は、その V C I D で特定される専用 V C は、その F l o w I D で特定されるフロー専用に使えることが分かるので、同じ F l o w I D を持つ下流側の専用 V C がある（813ある）ならば、上流側の専用 V C と下流側の専用 V C とを直結する（814）。すなわち、A T M レベルのルーティングテーブルに専用 V C 同士の対応関係を記憶する。こうして専用 V C が使用可能になると、上流側にリダイレクトメッセージを送出する（815）。リダイレクトメッセージは、F l o w I D と V C I D を含み、デフォルト V C により送信される。

【0062】

上流側のノード（ルータ 1）は、リダイレクトメッセージを受信すると、その F l o w I D を今までデフォルト V C で送出していた（824 Y e s）、同じ F l o w I D を持つ上流側の専用 V C がない（826 ない）ならば、I P 処理部がその F l o w I D に関わるパケットを専用 V C に流すようにする（825）。すなわち、さらに上流側のノード（H1）からデフォルト V C にて送信されてくるパケットをルータ 2 への専用 V C に転送するよう、I P 処理部で用いるルーティング情報を書き替える。

【0063】

なお、ルータ 1 の上流に同じ F l o w I D を持つ専用 V C が存在する（826ある）場合は、その上流側の専用 V C とルータ 2 への専用 V C を直結する（827）。

【0064】

専用 V C 通知メッセージを受信したノード（ルータ 2）は、下流側に F l o w I D の専用 V C がない（813 ない）場合には、上流側の専用 V C から受信したパケットを I P 処理部に渡すように設定する（816）。このステップは、直結せずに真源予約できるが、上流に専用 V C 依頼メッセージを送出し、それにより上流側に専用 V C が設定された場合に対応する。

【0065】

最後に、ルータ 2 で R S V P の Q O S 要求を満足することができるので、ルータ 2

からルータ1へ、デフォルトVCでRESVVの送出を行う(817)。なお、815のリダイレクト及び817のRESVVの送信順序は逆でも構わない。

【0068】

以上により、ルータ2の資源予約が終了する。なお、上記リダイレクトメッセージを、ルータ2からルータ1へ適当なタイミングで定期的に送出することにより、対応する専用VCを保持する。この保持のためのメッセージは、上記RESVVメッセージによって代用しても構わない。リダイレクトメッセージ(代用する場合はRESVVメッセージ)が送信されてこなくなったルータへの専用VCは解放する。

【0067】

(具体例1-2)

本例では、あるフローに属するパケットをどの専用VCで送信するかを通知するメッセージをインバンドで流す場合について説明する。

【0068】

具体例1-1で説明した手順では、専用VC依頼メッセージを送信し、ATMシグナリングを行った後、VCID提案、VCIDACK、専用VC通知と3つのメッセージを送信していたが、専用VC通知メッセージを新たに作ったATMコネクション(専用VC)に流すことで、VCID提案メッセージとVCIDACKを省略することが可能である。

【0069】

具体的なシーケンス図を図7で示し、下流側のノードのフローチャートを図4、図8に、上流側のノードのフローチャートを図9に示す。

【0070】

具体例1-1から変更した点を説明すると、図7では、VCID提案メッセージとVCIDACKメッセージが無くなったことと、専用VC通知メッセージを新たに作ったATMコネクション(専用VC)で転送することが異なる。また、本例での専用VC通知メッセージには、FLOWIDとVCIDの他に、具体例1-1ではVCID提案メッセージに含まれていたターゲットIPアドレスを含ませる。

【0071】

メッセージが2つ不要となったことに伴って、上流側のノード(図9)は、VCIDACKメッセージを受信したときの動作(823)が無くなり、新たに作ったATMコネクションに、VCID提案ではなく、上述した専用VC通知を送信することになる(831)。下流側のノードは、RESVVを受信したときの動作は図4の通りであり、VCIDACK提案を受信したときの動作(812)が無くなり、専用VC通知メッセージを受信したときは、図8に示すように、このメッセージに含まれるターゲットIPアドレスが自分のアドレスであるか否かチェックした後、図5(b)と同様の動作を行う。

【0072】

(具体例2)

本例では、ATMコネクションがVP(Virtual Path)のコネクションであり、ユニキャストを想定した場合について説明する。

【0073】

図10のようにルータ1、2、3(R1、R2、R3)が存在している場合に、ルータ2での資源予約の方法を述べる。初期状態として、ルータ1からルータ2へ、ルータ2からルータ3へのデフォルトVCとルータ2からルータ3への専用VCが設定されている状況を考える。以下では、メッセージ交換の様子を示す図(図10)と下流側のルータ内部の動作図(図11、図12)と上流側のルータ内部の動作(図13)を用いて説明する。

【0074】

はじめに、図10のようにルータ3からRESVVの予約(RESVV)メッセージがルータ2に到着したとする。RESVVメッセージには、どのパケットに対して予約すべきかを示すためのFLOWIDと予約したいQOSが書かれている。

10

20

80

40

50

【0075】

RESVメッセージを受信したルータ2は、図11のフローチャートに従い、RSVPメッセージ中のFLOW ID 用の下流側の専用VCがあるかチェックする(841)。この例では、専用VCが存在するので、上流側のルータからの(R1からR2への)未使用VCのうち適当なものを選んでこれを専用VCとして使用することを決定し(842)、この決定した上流の専用VCと下流に存在する専用VCとを直結(ATM レベルのルーティングテーブルに対応関係を記憶)し(843)、リダイレクトメッセージをデフォルトVCで上流側のノード(R1)に送出する(844)。

【0076】

このメッセージには、RESVメッセージの内容と同じFLOW ID と、VCIDの情報を持つ。VCIDは、VP中の使用していないVCI (上記のように選んだ専用VCのVCI)を使用し、VPI/VCIの組をVCIDの値とする。もし、下流側に専用VCが無い場合は、IP処理部で要求された資源を確保できるか判断し(845)、資源予約できる場合には、IP転送のスケジューリングを行うことにより資源予約して上流にRESVメッセージを送出する(846)と共に、上流側のルータとの間の未使用VCのうち適当なものを選んでこれを専用VCとして使用することを決定し(847)、この専用VCで受信したパケットをIP処理部に渡すように設定し(848)、リダイレクトメッセージを上流に送出する(844)。資源予約できない場合には、RESV E R R O Rを下流ノード(R3)に送出する(849)。

【0077】

リダイレクトメッセージを受信したルータ1は、図18のフローチャートに従い、図8(c)と同様にFLOW ID に関するパケット転送をデフォルトVCを使う転送から専用VCによる転送に切り替え、下流側のノードにデフォルトVC(もしくは専用VC)で専用VC通知メッセージを送出する(851)。このメッセージには、FLOW ID (とVCID)の情報が含まれる。

【0078】

下流側のノード(ルータ2)が専用VC通知メッセージを受信すると、図12のフローチャートに従い動作する。すなわち、VCID で特定される専用VCは、FLOW ID 専用に使えることが分かり、ルータ2 でRSVPのQOS 要求を満足することができると、ルータ2 からルータ1 へ、デフォルトVCでRESVの送出を行う(852)。

【0079】

以上により、ルータ2 の資源予約が終了する。なお、上記リダイレクトメッセージを、ルータ2 からルータ1 へ適当なタイミングで定期的に出送することにより、対応する専用VCを保持する。この保持のためのメッセージは、上記RESVメッセージによって代用しても構わない。リダイレクトメッセージ(代用する場合はRESVメッセージ)が送信されてこなくなったルータへ専用VCは解放する。

【0080】

(具体例8)

本例では、ATM コネクションが8VC であり、マルチキャストを想定した場合について説明する。

【0081】

図14のようにルータ1、2、3、4(R1、R2、R3、R4) が存在している場合に、ルータ4 での資源予約の方法を述べる。ホストH2、H3 がマルチキャストグループG に参加しているため、ルータ2 からルータ3 とルータ4へ、ポイント-マルチポイント(以下P-mPと言う)のデフォルトVCが設定されている。また、上流のルータから下流のルータへデータパケット等を流すために設定されているデフォルトVCはマルチキャスト用(P-mPとなり得るもの)であり、このマルチキャスト用デフォルトVCとは別に、下流から上流に制御パケット等を流すためにポイント-ポイント(以下P-Pと言う)のデフォルトVCが、必要に応じて設定される。

10

20

30

40

50

【0082】

(具体例 3-1)

本例では、あるフローに属するパケットをどの専用VCで送信するかを通知するメッセージをアウトバンドで流す場合について説明する。

【0083】

初期状態として、図15のように、ルータ2 からルータ3 とルータ4へ、マルチキャスト用のデフォルトVC (P-mP)となり得る(ここでは既にになっている)VC)が設定され、ルータ2 からルータ3 へのP-mPとなり得る(ここではまだなっていない)専用VCが設定され、ホスト3 とルータ4 間に(P-P)のデフォルトVCが設定されている状況を考える。ルータ2 からルータ3 への専用VCは、マルチキャストグループG の専用VCとする。

10

【0084】

ここで、ルータ1 からルータ2 への専用VCや、ルータ2 からルータ3 への専用VCは、具体例1-1で説明した手順により設定されたものである。但し、具体例1-1で説明したRESV、VCID ACK、専用VC通知、リダイレクトの各メッセージは、P-P のデフォルトVCを用いて送信される。

【0085】

以下では、メッセージ交換の様子を示す図(図15)と、下流側のルータ(図15ではR4)内部の動作図(図4、図5)と、上流側のルータ(図15ではR2)内部の動作図(図8)を用いて、ルータ4 がマルチキャストグループG のパケットのための資源予約を行う手順を述べる。

20

【0086】

はじめに、図15のようにホスト3 からデフォルトVCで、RSVPの予約(RESV)メッセージがルータ4に到着したとする。なお、これはマルチキャスト用のデフォルトVCを用いて上流から下流へ転送されたRSVPのパスセツトメッセージに回答してホスト3 が送信したものである。

【0087】

RESVメッセージには、どのパケットに対して予約すべきかを示すためのFlow ID と予約したいQOS が書かれている。Flow ID には、発信元IPアドレス/ポート、宛先IPアドレス/ポートの組、あるいは、IPv6 のFlow ID が書かれている。QOS には、帯域の情報や遅延の情報が書かれている。

30

【0088】

RESVメッセージを受信したルータ4は、図4 及び図5 のフローチャートに従い、RSVPメッセージ中のFlow ID 用の下流側の専用VCがあるかチェックする(81)。この例では、下流側に専用VCが無いので、IP処理部で要求された資源を確保できるか判断し(83)、資源予約できる場合には専用VC依頼メッセージを上流に送出し(82)、資源予約できない場合には、RESV ERRORを下流ノードに送出する(84)。ここでは、資源予約が出来たとして話を進める。

【0089】

専用VC依頼メッセージを受信したルータ2は、図6 のフローチャートに従い、ATM シグナリングを用いて、専用VC依頼メッセージを送信したノード(ルータ2)への、要求QOS を満たせるATM コネクション(専用VC)を設定する(821)。この場合のシグナリングは、ADD PARTY であり、ルータ2からルータ3への専用VCが経由するスイッチのいずれがから分岐してルータ4に達する新たなリンクを既に存在する専用VCに追加することになる。

40

【0090】

ATM コネクションの設定が終わると、このコネクションを両端で一意に識別できるように、ルータ2からルータ3への専用VCを設定したときに定めたVCIDを、VCID提案メッセージを新しくリフを追加したATM コネクション(専用VC)に流すことで、下流ノードに届ける(822)。このメッセージには、送信者側(ルータ2)が提案

50

するV C I Dと、ターゲットI Pアドレス（ルータ4のI Pアドレス）とが入っている。
【0091】

このV C I D提案メッセージを受信したノード（ルータ3、ルータ4）は、このメッセージに含まれるターゲットI Pアドレスが自ノードのI Pアドレスであるか否かを調べ（811）、そうでない場合は、このV C I Dを許可するならば、V C I D A C KをP P のデフォルトV Cにて上流ノード（ルータ2）に送信する（812）。V C I D A C Kは、少なくとも送信者側が提案したV C I Dが入っている。この手続きにより、V C I Dの交換が終了する。ここでは、ルータ4がターゲットであるので、ルータ4のみV C I D A C Kを上流ノードに送信する。

【0092】

V C I D交換が終了し、専用V Cが使用可能であることを下流側のノード（ルータ4）に知らせるために、ルータ2からルータ4へ専用V C通知メッセージを送信する（823）。このメッセージは、P P のデフォルトV C（すなわちバケット送信に用いられる専用V Cとは異なるV C）にて、送信する。このメッセージには、F l o w I DとV C I Dが含まれる。

【0093】

この専用V C通知メッセージを受信したノード（ルータ4）は、そのV C I Dで特定される専用V Cは、そのF l o w I Dで特定されるフロー専用に使えることが分かる。下流側のF l o w I D用の専用V Cがあることをチェックして、専用V Cが無いことが分かるので（818ない）、上流側の専用V Cで受信したバケットをI P処理部に置すように設定する（818）。なお、専用V Cがある場合は、直結する。

【0094】

なお、ルータ4には、A D D P A R T Yによって専用V Cに自分へのリーフが追加された時点から、バケットが送信されてくるが、専用V C通知メッセージを受信するまでは、このバケットの扱いが分からないため無視し、専用V C通知を受けて必要な設定がされるまでは、マルチキャスト用デフォルトV Cにて送信されてくるバケットをI P処理部に渡してホスト3への転送を行っている。

【0095】

こうして専用V Cが使用可能になると、上流側にリダイレクトメッセージを送出する（815）。リダイレクトメッセージは、F l o w I DとV C I Dを含み、P P のデフォルトV Cにより送信される。

【0096】

上流側のノード（ルータ2）は、リダイレクトメッセージを受信すると、そのF l o w I Dは今まで専用V Cで送出していたので（824No）、何もしない。

【0097】

なお、マルチキャストの場合の上流側のノードの動作のうち、図8（c）の825は、今までマルチキャスト用デフォルトV Cに流していたそのF l o w I Dに関わるバケットを専用V Cに流すようにし、マルチキャストデフォルトV Cにも同じバケットを流し続けるようにする。これは、マルチキャストの場合は受信者毎に異なるQ O Sを要求する可能性があり、専用V Cを設定せずマルチキャスト用デフォルトV Cにてバケットを受け取っているノードが存在するかもしれないことに対処するためである。

【0098】

最後に、ルータ4でR S V PのQ O S要求を満足することができるので、ルータ4からルータ2へ、P P のデフォルトV CでR E S Vの送出行（817）。なお、815及び817の順序は逆でも構わない。

【0099】

以上により、ルータ4の資源予約が終了する。なお、上記リダイレクトメッセージを、ルータ4からルータ2へ適当なタイミングで定期的に送出することにより、対応する専用V Cのリーフを保持する。この保持のためのメッセージは、上記R E S Vメッセージによって代用しても構わない。リダイレクトメッセージ（代用する場合はR E S Vメッセージ

10

20

30

40

50

）が送信されてこなくなったルータへのリーフは削除する。

【0100】

（具体例3-2）

本例では、あるフローに属するパケットをどの専用VCで送信するかを通知するメッセージをインバンドで流す場合について説明する。

【0101】

初期状態として、図15と同様な状況を考える。ここで、ルータ1 からルータ2 への専用VCや、ルータ2 からルータ3 への専用VCは、具体例1-2で説明した手順により設定されたものである。但し、具体例1-2で説明したRESV、リダイレクトの各メッセージは、P-P のデフォルトVCを用いて送信される。

10

【0102】

メッセージ交換の様子を示す図（図16）と、下流側のルータ（図16ではR4）内部の動作図（図4、図8）と、上流側のルータ（図16ではR2）内部の動作図（図9）を用いて、ルータ4 がマルチキャストグループG のパケットのための資源予約を行う手順を述べる。

【0103】

具体例3-1から変更した点を説明すると、図16では、VCID提案メッセージとVCI D ACKメッセージが無くなったことと、専用VC通知メッセージを新たにリーフを追加したATM コネクション（専用VC）で転送することが異なる。また、本例での専用VC通知メッセージには、Flow ID とVCI Dの他に、具体例3-1ではVCI D提案メッセージに含まれていたターゲットIPアドレスを含ませる。これにより、ルータ4 への専用VC通知を受け取ってしまふルータ3 は、これを無視することができ

20

【0104】

メッセージが2つ不要となったことに伴って、上流側のノード（図9）は、VCI D ACKメッセージを受信したときの動作（図8）が無くなり、新たにリーフを追加したATM コネクションに、VCI D提案ではなく、上述した専用VC通知を送信することになる（図81）。下流側のノードは、RESVを受信したときの動作は図4 の通りであり、VCI D ACK提案を受信したときの動作（図812）が無くなり、専用VC通知メッセージを受信したときは、図8 に示すように、このメッセージに含まれるターゲットIPアドレスが自分のアドレスであるか否かチェックした後、図5（b）と同様の動作を行う。

30

【0105】

以上の説明では、RSVPをきっかけとしてCSR の技術を生かした資源予約を行う方法を述べたが、上述したようにRSVPのRESVメッセージをトリガとして専用VCを設定するのではなく、データパケットをトリガとして専用VCを設定すること、同様にして実現できる。

【0106】

上述したRSVPをきっかけとする場合と異なる点は、以下の2つである。一つは、RSVP有りの場合は、RESVメッセージを受信すると専用VC依頼メッセージを送出したが、RSVPが無い場合は、データパケットが来たときに、専用VC依頼メッセージを送出する点である。その後、専用VCを設定し、これをデータパケット転送のために使用可能とする（直結するかもしれないIP処理をして転送するようにする）動作を行うことは同様である。もう一つの違いは、専用VC通知メッセージを受信したときに、RESVメッセージを上流に送信しないことである。

40

【0107】

具体的には、例えは図2のルータ2が、デフォルトVCにてデータパケットを受信すると、そのデータパケットをデフォルトVC（もしくは専用VC）にて次段のノード（ルータ3）に転送した後、パケットに関係あるFlow ID を持つ専用VCを上流側に設定するよう、専用VC依頼メッセージを上流（ルータ1）へ送出する。このとき、上記デ

50

ータパケットに書かれた送信元アドレス／ポートと宛先アドレス／ポートの組（宛先アドレス／ポートだけでもよい）等をFlow IDとし、このFlow IDを専用VC依頼メッセージに含ませる。

【0108】

そして、ルータ1との間に専用VCが設定されたことを専用VC通知メッセージにより知ると、そのパケットに関係あるFlow IDを持つ下流側の（ルータ3への）専用VCがあるならば、直結し、なければ、ルータ1から専用VCで転送されてきたパケットをルータ3へのデフォルトVCで転送するようにする。また、ルータ1は、ルータ2が専用VCを使用可能となったことをリダイレクトメッセージにより知ると、今までデフォルトVCで転送していたデータパケットを、専用VCで転送するようにする。

10

【0109】

また、例えば図14のルータ4が、マルチキャスト用のデフォルトVCにてデータパケットを受信する（ルータ1はこの時点でルータ3のための専用VCによる転送とルータ4のためのデフォルトVCによる転送とを行っている）と、そのデータパケットをデフォルトVC（もしくは専用VC）にて次段のノード（ホスト3）に転送した後、そのデータパケットから求めたFlow ID（この場合のアドレスはマルチキャストアドレス）を持つ専用VCを上流側に設定するよう、専用VC依頼メッセージをP-PのデフォルトVCにて上流（ルータ2）へ送出する。

【0110】

そして、ルータ2からルータ3への専用VCにルータ4へのリーフが追加されたことを専用VC通知メッセージにより知ると、そのパケットに関係あるFlow IDを持つ下流側の専用VCがあるならば、直結し、なければ、ルータ1から専用VCで転送されてきたパケットをホスト3へのデフォルトVCで転送するようにする。なお、ルータ1は、ルータ3、4からそれぞれのP-PデフォルトVCにてリダイレクトメッセージが定期的に送信されてくる間は、P-P専用VCのそれぞれに対応するリーフを維持する（リダイレクトメッセージが送信されてこなくなったルータへのリーフは削除する）。

20

【0111】

なお、このようにデータパケットをきつかけとする場合、データパケットに含まれる情報に基づいて、上記手順を起動するデータパケット（が属するフロー）を選択するようにしても良い。

30

【0112】

（実施形態2）

本実施形態では、CSRの技術を用いて、ATM上で資源予約フロトコルであるRSVPを実現するための、別の方法を述べる。

【0113】

実施形態1では、RSVPのRESVメッセージが到着したノードから上流側に専用VCを設定する手順を説明したが、ここでは、RESVメッセージが到着したときに下流側に専用VCを設定する手順を説明する。

【0114】

（具体例1）

本例では、ATMコネクションがSVC（Switched Virtual Connection）であり、ユニキャストを設定した場合について説明する。

40

【0115】

（具体例1-1）

本例では、あるフローに属するパケットをどの専用VCで送信するかを通知するメッセージをアウトバンドで流す場合について説明する。

【0116】

図17のようにルータ1、2、3（R1、R2、R3）が存在している場合に、ルータ2での資源予約の方法を述べる。初期状態として、ルータ1からルータ2へ、ルータ2からルータ3へのデフォルトVCが設定されている状態を考える。以下では、メ

50

ッセージ交換の様子を示す図(図17)と、下流側のルータ(図17ではR2)内部の動作図(図22、図23)と、上流側のルータ(図17ではR1)内部の動作図(図18、図19、図20、図21)を用いて説明する。

【0117】

はじめに、図17のようにルータ3からR5VPのRESVメッセージがルータ2に到着したとする。RESVメッセージには、FLOW ID と予約したいQOS が書かれている。

【0118】

ルータ2 は、RESVメッセージに書かれた予約したいQOS を実現する資源予約がIPスケジューラで行えるかどうかを判断し(861)、できる場合には、IPスケジューラで資源予約する(862)と共に、RESVメッセージをデフォルトVCで上流側に(ルータ1へ)転送する(863)。できない場合にも、ルータ2 では今は資源予約ができていないが、後で上流側と下流側の両方に専用VCが設定されて直結を行うことにより資源予約ができることを見越して、RESVメッセージを上流側に送出する(863)。

【0119】

RESVを送出すると、下流側に(ルータ3へ)専用VCを設定するための動作を行う。なお、RESVメッセージは、下流側の専用VCが設定された(ルータ3 からリダイレクトメッセージが返ってきた)後に、上流側に送出することとしても構わない。

【0120】

ここで、IPスケジューラで資源予約できる場合にも、下流側に専用VCを設定するための動作を行うのは、後で上流側と下流側の両方に専用VCが設定されて直結を行うことできなかった場合に、このフローのための資源予約をIPスケジューラではなくATMスイッチ機能にて行うことと、IPスケジューラの資源になるべく余裕を持たせ、他のフローがIPスケジューラの資源を使えるようにしておくためである。

【0121】

RESVメッセージを受信したルータ2の動作手順は、図18に示すように、RESVメッセージを上流に送信した(863)後、ATM シグナリングでATM コネクション(専用VC)を次段ノード(ルータ3)へ設定した後、VCID提案メッセージをこの専用VCにて送信する(865)。

【0122】

VCID提案メッセージを受信した下流ノード(ルータ3)は、図22にしたがって、ターゲットIPが自分のアドレスがチェックして(871)、自分のアドレスの場合は、VCID ACKをデフォルトVCにて送信する(872)。

【0123】

VCID ACKを受信した上流ノード(ルータ2)は、図19にしたがって、下流側に専用VC通知をデフォルトVCにて送信する(866)。

【0124】

専用VC通知を受信した下流ノード(ルータ3)は、図23にしたがって、同じFLOW ID を持つ下流側の(ホスト2へ)専用VCがあるかチェックして(873)、無い場合は、上流側の(ルータ2からの)専用VCで受信したパケットをIP処理部に渡すように設定する(874)。ある場合は、上流側の専用VCと下流側の専用VCを直結する(875)。最後に、自ノードが専用VCを使用可能になったことを上流に知らせるため、リダイレクトメッセージをデフォルトVCで上流ノードに送信する(876)。

【0125】

リダイレクトメッセージを受信した上流ノード(ルータ2)は、図20及び21にしたがって、デフォルト転送を行っていない(後述するマルチキャストのように既にその専用VC上へパケット転送を行っている)場合は(881N0)、終了する。

【0126】

デフォルト転送を行っている場合は、同じFlow ID を持つ上流側の（ルータ1からの）専用VCがあるかチェックして（882）、専用VCがある場合は、上流側の専用VCと下流側の（ルータ3への）専用VCを直結する（883）。専用VCが無い場合は、IP処理部で今までデフォルトVCにて転送していたパケットを専用VCにて転送するようにする（884）。

【0127】

このFlow ID に関して、自ノードが受信したパケットを転送するのではなく、自ノードが送信ノードである場合は（885Yes）、ここで終了する。

【0128】

それ以外の場合は、一定時間待ち（886）、上流側に下流側と同じFlow ID を持つ専用VCが設定されず、上流側の専用VCと下流側の専用VCが直結しなかったら（887No）、IPスケジューラの資源予約（882）を行っていたかを調べ（888）、行っていればそのままとし、行っていなければ、上流側（ルータ1）に、888にて送信したRESVメッセージを取り消すための、RESV Tear メッセージを送信し、下流側（ルータ3）に、資源予約に失敗したことを示すRESV Enterメッセージを送信する。なお、888で改めてIPスケジューラの資源予約ができるかを調べ直しても構わない。

【0129】

また、一定時間内に、上流側に下流側と同じFlow ID を持つ専用VCが設定され、上流側の専用VCと下流側の専用VCが直結すれば（887Yes）、IPスケジューラの資源予約（882）を行っていたかを調べ（890）、行っていなければそのままとし、行っていれば、この資源予約は専用VCの直結により不要となっているから、取り消す（891）。

【0130】

なお、上記の説明では、先にIPスケジューラの資源予約を行ってから、専用VCが直結できたらこれを取り消すこととしたが、専用VCの直結ができる可能性が高い場合には、IPスケジューラの資源予約は行わずに下流側に専用VCを設定し、上流側に専用VCができるのを待ってできたら直結し、直結できないことを確認した時点（887No）でIPスケジューラの資源予約を試み、資源予約できればそのままとし、できなければ上流にRESV Tear を、下流にRESV Enterを返すこととしても構わない。

【0131】

以上により、ルータ2の資源予約が終了する。なお、上記リダイレクトメッセージを、ルータ3からルータ2へ適当なタイミングで定期的に出送することにより、対応する専用VCを保持する。この保持のためのメッセージは、RESVメッセージによって代用しても構わない。リダイレクトメッセージ（代用する場合はRESVメッセージ）が送信されてこなくなったルータへの専用VCは解放する。

【0132】

（具体例1-2）

本例では、あるフローに属するパケットをどの専用VCで送信するかを通知するメッセージをインバンドで流す場合について説明する。

【0133】

具体例1-1で説明した手順では、ATM シグナリングを行った後、VCID提案、VCID ACK、専用VC通知と3つのメッセージを送信していたが、専用VC通知メッセージを新たに作ったATM コネクション（専用VC）に流すことで、VCID提案メッセージとVCID ACKを省略することが可能である。

【0134】

具体的なシーケンス図を図24で示し、下流側のノードのフローチャートを図20、21、25に、上流側のノードのフローチャートを図26に示す。

【0135】

10

20

30

40

50

具体例 1-1 から変更した点を説明すると、図 24 では、VCI D 提案メッセージと VCI D ACK メッセージがなくなったことと、専用 VC 通知メッセージを新たに作った ATM コネクション（専用 VC）で転送することが異なる。また、本例での専用 VC 通知メッセージには、Flow ID と VCI D の他に、具体例 1-1 では VCI D 提案メッセージに含ませていたターゲット IP アドレスを含ませる。

【0138】

メッセージが 2 つ不要となったことに伴って、上流側のノードは、VCI D ACK メッセージを受信したときの動作（図 19）がなくなり、新たに作った ATM コネクションに、VCI D 提案ではなく、上述した専用 VC 通知を送信することになる（図 25 の S105）。

10

【0139】

下流側のノードは、VCI D ACK 提案を受信したときの動作（図 22）がなくなり、専用 VC 通知メッセージを受信したときは、図 26 に示すように、このメッセージに含まれるターゲット IP アドレスが自分のアドレスであるか否かチェック（S111）した後、図 28 と同様の動作を行う。

【0138】

（具体例 2）

本例では、ATM コネクションが VP（Virtual Path）のコネクションであり、ユニキャストを想定した場合について説明する。

【0139】

図 27 のようにルータ 1、2、3（R1、R2、R3）が存在している場合に、ルータ 2 での資源予約の方法を述べる。初期状態として、ルータ 1 からルータ 2 へ、ルータ 2 からルータ 3 へのデフォルト VC が設定されている状態を考える。以下では、メッセージ交換の様子を示す図（図 27）と下流側のルータ内部の動作図（図 28）と上流側のルータ内部の動作（図 20、21、28）を用い、具体例 1 から変更した点を説明する。

20

【0140】

図 17 では、予約（RESV）メッセージを受信すると、ATM シグナリング、VCI D 提案、VCI D ACK を行っていたが、VP の場合は、予め ATM コネクションがあり、VCI D として VPI/VCI を利用することが出来るので、これらのメッセージが図 27 では無い。

30

【0141】

この 8 つのメッセージ転送が無いために、上流側ノードでは、図 18 の S65 の VCI D 提案メッセージ送信の代わりに、図 28 の S125 の専用 VC 通知メッセージを送信する。また、図 19 の VCI D ACK 受信に対する動作が無い。下流側ノードでは、図 22 の VCI D 提案受信した場合の動作が無い。

【0142】

（具体例 3）

本例では、ATM コネクションが SVC であり、マルチキャストを想定した場合について説明する。

40

【0143】

（具体例 3-1）

本例では、あるフローに属するパケットをどの専用 VC で送信するかを通知するメッセージをアウトバンドで流す場合について説明する。

【0144】

初期状態として、図 29 のように、ルータ 2 からルータ 3 とルータ 4 へ、マルチキャスト用のデフォルト VC（P-mp）となり得る（ここでは既に成っている）VC が設定され、ルータ 2 からルータ 3 への P-mp となり得る（ここではまだなっていない）専用 VC が設定され、ルータ 1 とルータ 2 間に（P-P）のデフォルト VC が設定されている状態を考える。ルータ 2 からルータ 3 への専用 VC は、マルチキャストグル

50

ープG の専用VCとする。

【0145】

ここで、ルータ1から2への専用VCや、ルータ2から3への専用VCは、具体例1-1で説明した手順により設定されたものである。但し、具体例1-1で説明したR ESV、VC ID ACK、専用VC通知、リダイレクトの各メッセージは、P-P のデフォルトVCを用いて送信される。

【0146】

以下では、メッセージ交換の様子を示す図(図29)と、下流側のルータ(図29ではR4)内部の動作図(図22、図23)と、上流側のルータ(図29ではR2)内部の動作図(図18、19、20、21)を用いて、ルータ2がマルチキャストグループGのパケットのための資源予約を行う手順を述べる。はじめに、図29のようにルータ4からデフォルトVCで、R SV Pの予約(R ESV)メッセージがルータ2に到着したとする。なお、これはマルチキャスト用のデフォルトVCを用いて上流から下流へ転送されたR SV Pのプルトメッセージに回答してルータ4が送信したものである。

【0147】

R ESVメッセージには、どのパケットに対して予約すべきを示すためのFlow IDと予約したいQOS が書かれている。

【0148】

R ESVメッセージを受信したルータ2は、図18のフローチャートに従い、IPスケジューラで資源予約出来るかチェックする(861)。資源予約出来ない場合は、資源予約した後(862)、予約(R ESV)メッセージを上流に送信する(863)。資源予約出来なかった場合は、資源予約をせずに、予約メッセージを上流に送信する(863)。

【0149】

次にATM シグナリングでATM コネクションを下流ノードに設定した後(864)、VC ID提案メッセージを設定したATM コネクションで送信する(865)。このVC ID提案メッセージには、ターゲットIPアドレスとVC ID が書かれている。ここで、ターゲットIPアドレスは、ルータ4 のアドレスが入っている。

【0150】

VC ID提案メッセージは、ルータ3とルータ4が受信する。これを受信したノードは、図22のフローチャートに従い、ターゲットIPアドレスが自分のアドレスかチェックする。VC ID提案メッセージのターゲットIPアドレスは、ルータ4 になっており、ルータ3 では、自分のIPアドレスと異なる(871No)ので、何もせずに終了する。ルータ4では、自分のIPアドレスを同じなので(871Yes)、VC ID ACKを上流に送信する(872)。

【0151】

VC ID交換が終了し、専用VCが使用可能であることを下流側のノード(ルータ4)に知らせるために、ルータ2からルータ4へ専用VC通知メッセージを送信する(図19の868)。このメッセージは、P-P のデフォルトVCにて、送信する。このメッセージには、Flow ID とVC IDが含まれる。

【0152】

この専用VC通知メッセージを受信したノード(ルータ4)は、そのVC IDで特定される専用VCは、そのFlow ID で特定されるフロー専用に使えることが分かる。図23に従い、下流側のFlow ID 用の専用VCがあることをチェックして、専用VCが無いことが分かるので(873なし)、上流側の専用VCを受信したパケットをIP処理部に渡すように設定する(874)。なお、専用VCがある場合は、直結する。

【0153】

なお、ルータ4には、ADD PARTY によって専用VCに自分へのリーフが追加された時点から、パケットが送信されてくるが、専用VC通知メッセージを受信するまでは、このパケットの扱いが分からないため無視し、専用VC通知を受けて必要な設定がす

10

20

30

40

50

れるまでは、マルチキャスト用デフォルトVCにて送信されてくるパケットをIP処理部に渡して転送を行っている。

【0154】

こうして専用VCが使用可能になると、上流側にリダイレクトメッセージを送出する(876)。リダイレクトメッセージは、Flow ID とVC IDを含み、P-P のデフォルトVCにより送信される。

【0155】

上流側のノード(ルータ2)は、リダイレクトメッセージを受信すると、そのFlow ID は今まで専用VCで送出していたので(881NO)、何もしない。

【0158】

なお、マルチキャストの場合の上流側のノードの動作のうち、図20の884は、今までマルチキャスト用デフォルトVCに流していたそのFlow ID に関わるパケットを専用VCに流すようにしたとき、マルチキャストデフォルトVCにも同じパケットを流し続けるようにする。これは、マルチキャストの場合は受信者毎に異なるQOS を要求する可能性があり、専用VCを設定せずマルチキャスト用デフォルトVCにてパケットを受け取っているノードが存在するかもしれないことに対処するためである。

【0157】

884を終了したあとの処理は、具体例1-1と同様である。

【0158】

以上により、ルータ2のルータ4に関する資源予約が終了する。なお、上記リダイレクトメッセージを、ルータ4からルータ2へ適当なタイミングで定期的にも送信することにより、対応する専用VCのリーフを保持する。この保持のためのメッセージは、RESVメッセージによって代用しても構わない。リダイレクトメッセージ(代用する場合はRESVメッセージ)が送信されてこなくなったルータへのリーフは削除する。

【0159】

(具体例3-2)

本例では、あるフローに属するパケットをどの専用VCで送信するかを通知するメッセージをインバンドで流す場合について説明する。

【0160】

初期状態として、図30のように、ルータ2 からルータ3 とルータ4へ、マルチキャスト用のデフォルトVC(P-mPとなり得る(ここでは既になっている)VC)が設定され、ルータ2からルータ3へのP-mPとなり得る(ここではまだない)専用VCが設定され、ルータ1とルータ2間に(P-P)のデフォルトVCが設定されている状態を考える。ルータ2 からルータ3 への専用VCは、マルチキャストグループG の専用VCとする。

【0161】

具体例3-1で説明した手順では、ATM シグナリングを行った後、VC ID提案、VC ID ACK、専用VC通知と3つのメッセージを送信していたが、専用VC通知メッセージを新たに作ったATM コネクション(専用VC)に流すことと、VC ID提案メッセージとVC ID ACK を省略することが可能である。

【0162】

具体的なシーケンス図を図30で示し、下流側のノード(図30ではR4)のフローチャートを図20、21、25に、上流側のノード(図30ではR2)のフローチャートを図28に示す。

【0163】

具体例3-1から変更した点を説明すると、VC ID提案メッセージを送出する代わりに、専用VC通知メッセージを新たに作ったATM コネクション(専用VC)で転送することが異なる。また、本例での専用VC通知メッセージには、Flow ID とVC IDの他に、具体例1-1ではVC ID提案メッセージに含ませていたターゲットIPアドレスを含ませる。

10

20

80

40

50

【0164】

メッセージが2つ不要となったことに伴って、上流側のノードは、V C I D A C Kメッセージを受信したときの動作（図19）が無くなり、新たに作ったA T M コネクションに、V C I D提案ではなく、上述した専用V C通知を送信することになる（図25のS105）。

【0165】

下流側のノードは、V C I D A C K提案を受信したときの動作（図22）が無くなり、専用V C通知メッセージを受信したときは、図26に示すように、このメッセージに含まれるターゲットI Pアドレスが自分のアドレスであるか否かチェック（S111）した後、図28と同様の動作を行う。

10

【0166】

以上の説明では、R S V PをきっかけとしてC S R の技術を生かした資源予約を行う方法を述べたが、上述したようにR S V PのR E S Vメッセージをトリガとして専用V Cを設定するのではなく、データパケットをトリガとして専用V Cを設定することも、同様にして実現できる。

【0167】

上述したR S V Pをきっかけとする場合と異なる点は、以下の2つである。一つは、R S V P有りの場合は、R E S Vメッセージを受信するとA T M シグナリングを行い下流に専用V Cを設定したが、R S V Pが無い場合は、データパケットが来たときに、これを行う点である。その後、設定した専用V Cをデータパケット転送のために使用可能とする（直結するかもしれないI P処理をして転送するようにする）動作を行うことは同様である。もう一つの違いは、R E S Vメッセージ、R E S V T e a r 上流に送信しないことである。

20

【0168】

具体的に、例えば図2のルータ2が、デフォルトV Cもしくは専用V Cにてデータパケットを受信すると、そのデータパケットをデフォルトV Cにて次段のノード（ルータ3）に転送した後、パケットに関係あるF l o w I D を持つ次段のノードへの専用V Cを設定するよう、A T M シグナリングを行う。そして、上記データパケットに書かれた送信元アドレス/ポートと宛先アドレス/ポートの組（宛先アドレス/ポートだけでもよい）等をF l o w I D とし、このF l o w I D を書き込んだ専用V C通知メッセージを下流に送出する。

30

【0169】

そして、ルータ2 は、ルータ3 がこの専用V Cを使用可能になったことをリダイレクトメッセージにより知ると、そのパケットに関係あるF l o w I D を持つ上流側の（ルータ1 からの）専用V Cがあるならば、直結し、なければ、ルータ1 からデフォルトV Cで転送されてきたパケットをルータ3 への専用V Cで転送するようにする。

【0170】

また、例えば図14のルータ2が、I Pマルチキャスト用のプロトコル（例えばI G M P (I n t e r n e t G r o u p M a n a g e m e n t P r o t o c o l)）により、ルータ4 がマルチキャストグループG に参加したことを認識すると、それに関係するF l o w I D （この場合のアドレスはマルチキャストアドレス）を持つ専用V Cを下流側に設定するよう、A D D P A R T Y を行う。そして、ルータ2からルータ3 への専用V Cにルータ4 へのリーフが追加される。なお、ルータ2 は、ルータ3、4からそれぞれのP e e P デフォルトV Cにてリダイレクトメッセージが定期的に送信されてくる間は、P e e P専用V Cのそれぞれに対応するリーフを維持する（リダイレクトメッセージが送信されてこなくなったルータへのリーフは削除する）。

40

【0171】

なお、このようにデータパケットをきっかけとする場合、データパケットに含まれる情報に基づいて、上記手順を起動するデータパケット（が属するフロー）を選択するようにしても良い。

50

【0172】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0173】

【図1】C8Rの動作を説明するための図。

【図2】ユニキャストの場合のネットワークポロジマーの例を示す図。

【図3】実施形態1の具体例1-1のメッセージ交換の様子を示す図。

【図4】実施形態1の下流側のノードの動作例を示す図。

【図5】実施形態1の下流側のノードの動作例を示す図。

【図6】実施形態1の上流側のノードの動作例を示す図。

【図7】実施形態1の具体例1-2のメッセージ交換の様子を示す図。

【図8】実施形態1の下流側のノードの別の動作例を示す図。

【図9】実施形態1の上流側のノードの別の動作例を示す図。

【図10】実施形態1の具体例2のメッセージ交換の様子を示す図。

【図11】実施形態1の下流側のノードの更に別の動作例を示す図。

【図12】実施形態1の下流側のノードの更に別の動作例を示す図。

【図13】実施形態1の上流側のノードの更に別の動作例を示す図。

【図14】マルチキャストの場合のネットワークポロジマーの例を示す図。

【図15】実施形態1の具体例3-1のメッセージ交換の様子を示す図。

【図16】実施形態1の具体例3-2のメッセージ交換の様子を示す図。

【図17】実施形態2の具体例1-1のメッセージ交換の様子を示す図。

【図18】実施形態2の上流側のノードの動作例を示す図。

【図19】実施形態2の上流側のノードの動作例を示す図。

【図20】実施形態2の上流側のノードの動作例を示す図。

【図21】実施形態2の上流側のノードの動作例を示す図。

【図22】実施形態2の下流側のノードの動作例を示す図。

【図23】実施形態2の下流側のノードの動作例を示す図。

【図24】実施形態2の具体例1-2のメッセージ交換の様子を示す図。

【図25】実施形態2の上流側のノードの別の動作例を示す図。

【図26】実施形態2の下流側のノードの別の動作例を示す図。

【図27】実施形態2の具体例2のメッセージ交換の様子を示す図。

【図28】実施形態2の上流側のノードの更に別の動作例を示す図。

【図29】実施形態2の具体例3-1のメッセージ交換の様子を示す図。

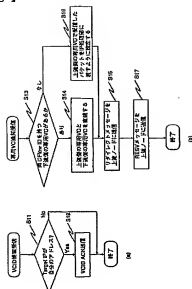
【図30】実施形態2の具体例3-2のメッセージ交換の様子を示す図。

10

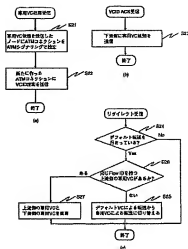
20

30

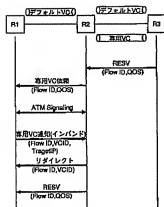
【図5】



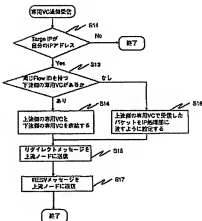
【図6】



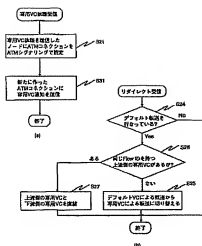
【図7】



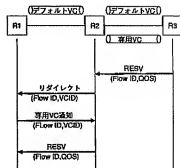
【図8】



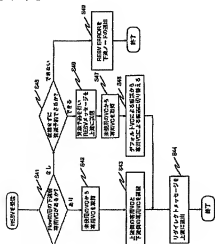
【図 9】



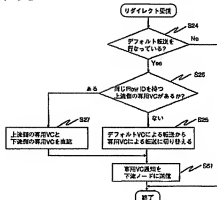
【図 10】



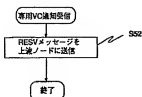
【図 11】



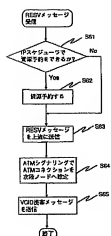
【図 13】



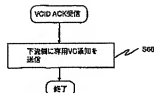
【図 12】



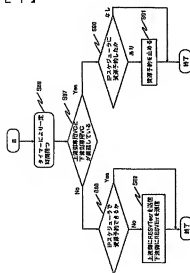
【図 18】



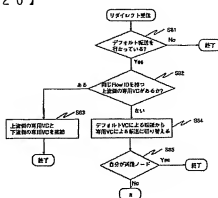
【図 19】



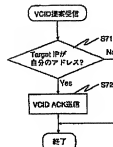
【図 21】



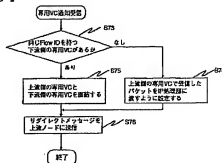
【図 20】



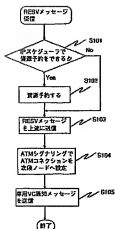
【図 22】



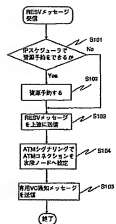
【図 23】



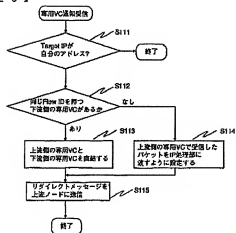
【図24】



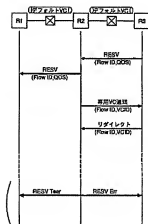
【図25】



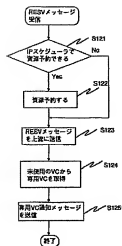
【図26】



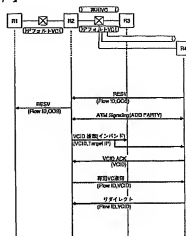
【図27】



【図 28】



【図 29】



【図 30】

